

553185

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION  
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)(19) Organisation Mondiale de la Propriété  
Intellectuelle  
Bureau international(43) Date de la publication internationale  
4 novembre 2004 (04.11.2004)

PCT

(10) Numéro de publication internationale  
**WO 2004/095881 A2**(51) Classification internationale des brevets<sup>7</sup> : H04R 7/00(21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/FR2004/000704

(22) Date de dépôt international : 22 mars 2004 (22.03.2004)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :  
03/04733 16 avril 2003 (16.04.2003) FR(71) Déposant (*pour tous les États désignés sauf US*) : FOCAL-JMLAB (S.A.) [FR/FR]; 108, rue de l'Avenir, ZI Molina La Chazotte, F-42350 La Talaudière (FR).

(72) Inventeurs; et

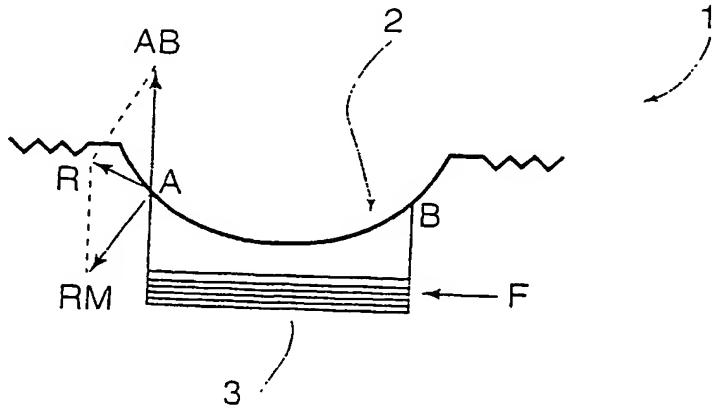
(75) Inventeurs/Déposants (*pour US seulement*) : BAKER, Dominic [GB/FR]; Les Cornettes, F-42220 La Versanne (FR). MAHUL, Jacques [FR/FR]; 1, rue de Lurieu, F-42160 Bonson (FR).

(74) Mandataire : RICHEBOURG, Michel; Cabinet Michel Richebourg, Le Clos du Golf, 69, rue Saint-Simon, F-42000 Saint-Etienne (FR).

(81) États désignés (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible*) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.(84) États désignés (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible*) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).*[Suite sur la page suivante]*

(54) Title: DIRECT RADIATION, PURE BERYLLIUM ACOUSTIC TRANSDUCER HAVING A CONCAVE MEMBRANE, USED FOR AUDIO APPLICATIONS, ESPECIALLY FOR LOUDSPEAKER CABINETS

(54) Titre : TRANSDUCTEUR ACOUSTIQUE EN BERYLLIUM PUR A RADIATION DIRECTE, A MEMBRANE DE FORME CONCAVE, POUR APPLICATIONS AUDIO NOTAMMENT POUR ENCEINTES ACOUSTIQUES



(57) Abstract: The invention relates to a loudspeaker for a loudspeaker cabinet, especially a tweeter or a medium, comprising a direct radiation spherical membrane which has a concave face in relation to the spool and on which the mobile spool is positioned at a certain height, for example, midway or essentially midway, in order to ensure an optimum mechanical coupling that can reproduce frequencies lower than 1 KHz with a high efficiency. Pure beryllium or a Be/Al alloy or similar alloys are used to form the membrane. The invention especially relates to tweeter or medium loudspeakers specifically for loudspeaker cabinets with a very high degree of fidelity.

WO 2004/095881 A2

(57) Abrégé : Haut-parleur pour enceinte acoustique, notamment « tweeter », ou encore « medium », qui comporte une membrane sphérique à rayonnement direct, à face concave par rapport à la bobine et sur laquelle est fixée à un certain niveau, par exemple à mi-hauteur ou sensiblement à mi-hauteur, la bobine mobile afin d'assurer un couplage mécanique optimal capable de reproduire des fréquences inférieures à 1 KHz avec un rendement élevé. On emploie comme constituant de la membrane le beryllium pur ou un alliage Be/Al ou alliages analogues. Haut-parleurs de type « tweeter » ou « medium », spécialement pour enceintes acoustiques de très haute fidélité.



Déclaration en vertu de la règle 4.17 :

- relative à la qualité d'inventeur (règle 4.17.iv)) pour US seulement

Publiée :

- sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport

*En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.*

**Transducteur acoustique en beryllium pur à  
radiation directe, à membrane de forme concave,  
pour applications audio notamment pour  
enceintes acoustiques.**

5

Secteur technique de l'invention :

La présente invention concerne le secteur technique des enceintes acoustiques et notamment de leur composant de type « tweeter ». Plus précisément l'invention concerne un réproducteur sonore à rayonnement direct, utilisant une membrane émissive à très haute performance, constituant une source émissive ponctuelle à très large bande passante dans la zone des fréquences sonores et ultrasonores

Plus précisément, l'invention concerne des haut-parleurs pour enceintes acoustiques, notamment de type « tweeters » ou haut-parleurs pour reproduction des aigus, ou également des haut-parleurs de type « medium », et spécialement pour enceintes acoustiques de très haute fidélité.

Art antérieur :

- La membrane d'un transducteur assure le couplage mécanique entre une bobine mobile, placée dans un entrefer et parcourue par un courant modulé, et les molécules d'air pour assurer une reproduction sonore. Trois critères régissent les qualités d'une membrane de tweeter : son poids, sa rigidité et son amortissement.

- La membrane est réalisée usuellement dans un matériau offrant un bon compromis sur les trois critères précédents. Résultat : pour un tweeter la rigidité intrinsèque du matériau limite la réponse en fréquence haute.

- 5 - Les progrès apportés par la qualité des sources numériques et des amplifications (tant en création musicale qu'en reproduction), avec des bandes de fréquences de plus en plus étendues de 20 Hz à 40 KHz imposent de nouveaux défis aux transducteurs. Rigidité plus élevée pour les membranes de tweeters pour étendre la réponse en fréquence. Des masses de plus en plus réduites pour procurer des facteurs d'accélération adaptés à la reproduction des transitoires que de telles réponses en fréquence engendrent. Amortissement contrôlé pour s'affranchir des « colorations » sonores propres au matériau de la membrane, colorations liées à des suroscillations en régime impulsif.
- 10

15

- Face aux nouveaux formats de l'audio numériques dont par exemple 24 bits/96kHz, Dolby <sup>TM</sup>Digital, SACD<sup>TM</sup>, DVD<sup>TM</sup> Audio il est stratégique d'apporter aux transducteurs électrodynamiques des améliorations pour que le saut qualitatif apporté par ces formats soit en final perceptible à la reproduction par l'enceinte.

20

- Un constat s'impose, les membranes de tweeters réalisées avec des matériaux conventionnels ne permettent plus d'évoluer. Les métaux de coût abordable, tels que l'aluminium et le titane, offrant des rapports poids rigidité convenables ne permettent pas de dépasser les 25 KHz.

25

On connaît un certain nombre de matériaux qui, en théorie, pourraient aider l'homme de métier à réaliser des compromis du type ci-dessus.

Parmi ceux-ci pourraient figurer le beryllium Be, mais l'homme de métier connaît ses inconvénients rédhibitoires :

- à masse identique le beryllium est près de 7 fois plus rigide que le titane et l'aluminium, ce qui serait en théorie un avantage pour la fabrication d'une membrane de tweeter, mais qui représente aussi un inconvénient pour ces mêmes membranes car sa rigidité s'oppose bien évidemment à son formage en feuille mince ;
- prix extrêmement élevé ;
- absence de métallurgie connue et utilisable industriellement pour ce métal ; on parvient à ce jour à former des pièces de Be pur au four sur des durées de l'ordre de 12 h, ce qui ne serait pas acceptable dans l'industrie, même si les autres inconvénients, dont le coût prohibitif et la rareté des fournisseurs, étaient surmontés ;
- la toxicité du beryllium impose un « process » de fabrication bien maîtrisé.

Problème technique posé :

15 Dans le domaine des haut-parleurs pour enceintes acoustiques, notamment de haut ou très haut de gamme, il est essentiel de réaliser un compromis nettement supérieur aux solutions actuelles entre les caractéristiques de poids ou masse, rigidité, amortissement, de la membrane.

20 On a vu que le Be était un candidat potentiel, mais à ce jour inutilisable sans accompagnement par des technologies réduisant d'une part son coût et permettant son formage en feuille mince malgré sa rigidité très élevée bien connue, et améliorant d'autre part la technologie même des « tweeters ».

Résumé de l'invention :

25 L'invention fait appel à un haut-parleur pour enceinte acoustique, notamment un « tweeter », ou encore un « medium », de structure originale, qui comporte une membrane sphérique à rayonnement direct, à face concave par rapport à

la bobine et sur laquelle, de préférence, est fixée à un certain niveau, par exemple à mi-hauteur ou sensiblement à mi-hauteur, la bobine mobile afin d'assurer un couplage mécanique optimal capable de reproduire des fréquences inférieures à 1 KHz avec un rendement élevé.

5

Par « fixée à un certain niveau, par exemple à mi-hauteur ou sensiblement à mi-hauteur » l'homme de métier comprendra que la bobine est fixée à un niveau intermédiaire, du type exemplifié sur la Figure 1, que tout homme de métier saura adapter et optimiser.

10

L'homme de métier sait qu'un tweeter présente un diamètre inférieur à 50 – 70 mm tandis qu'un haut parleur « medium » présente généralement un diamètre de 100 à 200 mm pour une épaisseur de 0,1 à 0,4 mm.

15

La fréquence de résonance basse du tweeter est ajustable selon les besoins, par l'emploi éventuel d'une suspension rapportée à compliance élevée. Pour la limite de réponse en fréquence haute il convient de réduire la masse de la membrane et d'en augmenter la rigidité.

20

Avec une membrane en Be pur, fabriquée comme indiqué ci-dessous, la réponse en fréquence haute peut être étendue à plus de 40 KHz.

25

Au final, la combinaison de la technologie du dôme concave, de préférence à suspension rapportée, avec les caractéristiques propres de la membrane en beryllium pur permet de réaliser une source émissive ponctuelle à rayonnement direct et faible directivité, ayant une bande passante de plus de 5 octaves de 1kHz à 40 kHz avec un rendement élevé de plus de 92 dB/1W/1m.

30

De plus les performances en amortissement intrinsèque du beryllium offrent une excellente réponse impulsionnelle sans suroscillations parasites ou « coloration » (« ringing »).

L'invention concerne également et emploie un procédé de formage de feuilles minces de certains métaux ou alliages, notamment le beryllium. Plus

5

particulièrement, mais à titre non limitatif, les feuilles ainsi formées sont utilisables en dômes de « tweeters » pour les enceintes acoustiques, et « medium ».

- Le beryllium est particulièrement préféré, mais on peut aussi envisager selon
- 5 l'invention des alliages de Be, notamment Be / Al, notamment des alliages 20 – 80 % Be en poids / 80 – 20 % Al en poids, de préférence 40 – 60 % Be / 60 – 40 % Al, avec de toutes façons au moins 5 % en poids de Be. Le Be pur sera réservé aux fabrications très haut de gamme, et les alliages avec l'aluminium au milieu de gamme.
- 10 On peut également employer pour une entrée de gamme l'aluminium ou des alliages d'aluminium (notamment les alliages Al / Be décrits ci-dessus pour un milieu de gamme).

On peut également employer, éventuellement, le magnésium et ses alliages avec l'aluminium. Un alliage intéressant est alors, à titre non limitatif, l'alliage Al 15 5056 connu de l'homme de métier, qui est un alliage d'aluminium contenant environ 5% de magnésium.

Ce procédé de formage fait l'objet d'une demande de brevet britannique déposée le même jour que la présente demande, au nom de M. Roy Rodriguez, et s'applique aussi aux autres industries susceptibles d'être intéressées par les propriétés du beryllium, ou d'autres métaux, sans disposer des moyens techniques de sa mise en forme (spatial, aéronautique, nucléaire, électronique).

Description détaillée de l'invention :

25 L'invention fait appel selon un mode de réalisation non limitatif mais préféré (figure 1) à un tweeter 1 de structure originale, qui comporte une membrane 2 sphérique à rayonnement direct, de forme concave par rapport à la bobine 3.

Dans l'art antérieur, on employait des membranes sphériques de forme convexe par rapport à la bobine, c'est-à-dire en « dôme » au-dessus de la bobine. Dans la présente invention, la membrane forme une coupe au-dessus de la bobine.

5

La fréquence de résonance basse du tweeter est ajustable selon les besoins, par l'emploi éventuel d'une suspension rapportée à compliance élevée, c'est-à-dire matériau à grande souplesse genre mousse ou joints mous en caoutchouc, ou collage restant « mou » dans le temps.

10

Une membrane tout-à-fait préférée selon l'invention est en Be pur.

15

Selon le meilleur mode de réalisation, la membrane en Be pur présente une épaisseur comprise entre 25 et 500 microns et de préférence inférieure à 30 microns pour un dôme typique de tweeter de 25 mm de diamètre et de profondeur entre 3 et 6 mm et une bobine de 15 à 20 mm de diamètre.

Pour un médium de 100 mm, on pourrait aller jusqu'à 100 microns d'épaisseur pour le dôme.

20

La forme du dôme peut être hémisphérique ou à profil complexe, ovoïde, bulbeuse ou à pans coupés.

Selon un mode de réalisation particulier, figure 1 A, on utilise une membrane 2 en beryllium pur de 25 microns d'épaisseur au profil demi sphérique concave par rapport à la bobine 3, optimisé pour repousser le plus haut possible sa fréquence de résonance propre.

25

Selon encore un mode de réalisation particulier, la bobine mobile est fixée entre le sommet du dôme et la périphérie (plan AB) de cette membrane demi sphérique pour assurer un couplage mécanique idéal.

30

La position fine de ce plan est ajustée lors de l'étude en fonction des rapports de masse / diamètre bobine / rigidité du dôme. A souligner, habituellement la bobine est fixée en périphérie du dôme, le couplage mécanique est alors de loin inférieur à la présente solution (l'homme de métier pourra se référer à un schéma bien connu de tweeter conventionnel.)

On voit que sur un tel tweeter l'action F de la bobine se transmet intégralement au dôme dans le plan AB.

Selon un mode de réalisation particulier, et préféré, tel que représenté sur la figure 1 A, une suspension S à compliance adaptée peut être ajoutée pour assurer la liaison de la membrane au support avec une fréquence de résonance suffisamment basse typiquement 1kHz.

On peut également fabriquer selon l'invention des dômes « monobloc » tels que représentés sur la figure 1 B.

L'avantage d'un tel tweeter est de permettre de reproduire une plage de fréquence étendue sur plus de 5 octaves sans avoir recours à une technologie connue dite de « super tweeter » qui pose problème car introduisant un décalage temporel dû à la multiplication des sources émissives à des fréquences dont la longueur d'onde est de l'ordre du centimètre, annihilant ainsi la notion de source ponctuelle essentielle dans la re-création de l'espace sonore en 3D .

De plus, la nécessité d'un filtrage dans une telle configuration apporte des distorsions de phase et des pertes de définition du signal.

Comme représenté sur la figure 2, on obtient avec le beryllium une excellente réponse impulsionnelle, c'est-à-dire très propre avec un amortissement très bien contrôlé, figure 2A, alors qu'avec le titane (figure 2B) on enregistre une « coloration » sonore oscillatoire (« ringing ») qui, même si elle n'est pas perçue directement par l'oreille humaine, nuit à la haute fidélité de la restitution des sons et au « confort » de l'écoute.

On a représenté sur la figure 3 les courbes de réponse impulsionnelles superposées d'un dôme en titane et d'un dôme en beryllium pour un dôme de tweeter de diamètre 25 mm.

Selon son concept général, l'invention utilise pour fabriquer la membrane de beryllium un procédé de formage de feuilles minces de métal , décrit en détail dans la demande de brevet britannique déposée le même jour que la

présente demande, et au nom de M. Roy Rodriguez, caractérisé en ce que on déforme ladite feuille par une pression d'un gaz appliquée à température ambiante ou proche de la température ambiante sur l'une de ses faces, et on applique par ledit effet de pression la seconde face de ladite feuille déformée sur une forme reproduisant la géométrie 3D de la pièce à produire, et on porte ladite forme à température élevée durant le temps nécessaire au formage sans dégradation physico-chimique de ladite feuille.

L'invention utilise donc également un outil de formage (décrit également dans ladite demande britannique) de feuilles minces de métal, pour en fabriquer des pièces de géométrie 3D donnée, caractérisé en ce qu'il comporte une matrice supérieure comportant au moins une buse d'injection de gaz sous pression, et une forme inférieure (par convention, nous considérerons que l'outil est horizontal), dont la face supérieure reproduit l'empreinte 3D de la pièce à former, et qui comporte un moyen de chauffage de sa masse . .

15 La feuille repose sur les supports latéraux de l'empreinte.

Selon un mode de réalisation particulier, ladite forme est un outil femelle.

Selon un mode de mise en œuvre de l'invention, le métal est le beryllium. C'est celui qui présente à la fois le plus grand intérêt en ce qui concerne les dômes de tweeter, ou médium, et les plus grandes difficultés de mise en forme.

Selon un autre mode, ledit métal est de l'aluminium et ses alliages ou d'autres matériaux connus de l'homme de métier, adaptés selon les connaissances de l'homme de métier à la réalisation d'un dôme de tweeter.

25 Selon un mode de réalisation particulier, l'épaisseur des feuilles de beryllium (ou Al ou alliages d'aluminium, et éventuellement alliages de beryllium, notamment alliages Be/Al ) de départ se situe entre 10 et 500 microns.

Selon encore un mode de réalisation particulier, ladite épaisseur se situe entre 20 et 100 microns.

9

Selon encore un mode de réalisation particulier, ladite épaisseur est de l'ordre de 25 à 50 microns.

Le gaz injecté par la ou les buses est choisi parmi l'air, ou l'azote.

De préférence, on emploiera l'azote.

- 5 Selon un mode de réalisation particulier, la pression dudit gaz sera comprise entre 10 et 30 bars pour un diamètre de dôme inférieur à 50 mm.

Selon encore un mode de réalisation particulier, ladite pression sera comprise entre 15 et 25 bars.

- 10 Selon encore un mode de réalisation particulier, ladite pression sera de 20 bars environ pour une feuille de beryllium de 25 microns d'épaisseur.

Selon une variante, ladite pression sera de 15 bars pour une feuille d'aluminium de 25 microns d'épaisseur.

- 15 On porte la forme à une température de l'ordre de 100 à 400 °C pour des feuilles d'aluminium ou de magnésium, ou leurs alliages, et de l'ordre de 700 à 1000 °C pour une feuille en beryllium, ou ses alliages, dans sa masse, par exemple au moyen d'un élément chauffant 20 disposé sous ou autour de ladite forme.

Selon un mode de réalisation particulier, ladite température est de l'ordre de 900°C pour une feuille de beryllium pur d'épaisseur 25 microns.

- 20 Pour les alliages, l'homme de métier sait que la température devra être plus faible que pour les métaux purs : il saura donc adapter les plages ci-dessus de température en fonction des alliages qu'il souhaitera employer, et au besoin à l'aide de quelques essais simples de routine.

- 25 La forme de l'outil est constituée de tout matériau adapté à la transmission de la température du procédé et à la résistance à la pression appliquée, et ne

10

réagissant pas, dans ces conditions de température et de pression, avec le beryllium. On citera notamment les aciers avec éventuellement traitement de surface.

**Exemples :**

5 1 En utilisant le procédé et l'outil ci-dessus, on a formé en seulement deux minutes un dôme de diamètre 25 mm pour « tweeter » à partir d'une feuille de beryllium de 25 microns, en employant N2 comme gaz applicateur de pression et en appliquant sur la feuille, par la forme, une température de 900 °C.

10 2 En utilisant le procédé et l'outil ci-dessus, on a formé en seulement trois minutes un dôme de diamètre 35 mm pour « tweeter » à partir d'une feuille de beryllium 60 % / Al 40 % de 30 microns, en employant N2 comme gaz applicateur de pression et en appliquant sur la feuille, par la forme, une température de 750 °C.

15 3 En utilisant le procédé et l'outil ci-dessus, on a formé en seulement cinq minutes 30 " un dôme de diamètre 120 mm pour « medium » à partir d'une feuille de beryllium de 0,1 mm, en employant N2 comme gaz applicateur de pression et en appliquant sur la feuille, par la forme, une température de 900 °C.

20

25 4 En utilisant le procédé et l'outil ci-dessus, on a formé en seulement 15 secondes un dôme de diamètre 35 mm pour « tweeter » à partir d'une feuille d'alliage Al 95 % / Mg 5 % de 38 microns, en employant N2 comme gaz applicateur de pression et en appliquant sur la feuille, par la forme, une température de 400 °C.

L'invention concerne également les dômes pour tweeters et médium ainsi obtenus, de même que les enceintes acoustiques comportant au moins un

11

haut-parleur tel que décrit ci-dessus et / ou au moins un dôme tel que décrit ci-dessus.

L'invention couvre également tous les modes de réalisation et toutes les applications qui seront directement accessibles à l'homme de métier à la lecture de la présente demande, de ses connaissances propres, et éventuellement d'essais simples de routine.

## REVENDICATIONS

- 1 Haut-parleur pour enceinte acoustique, notamment un « tweeter », ou encore un « medium », caractérisé en ce qu'il comporte comme « dôme » une membrane sphérique 2 à rayonnement direct, à face concave par rapport à la bobine 3 et sur laquelle, de préférence, est fixée à un certain niveau de plan A-B, par exemple à mi-hauteur ou sensiblement à mi-hauteur, la bobine mobile afin d'assurer un couplage mécanique optimal capable de reproduire des fréquences inférieures à 1 KHz avec un rendement élevé.
- 2 Haut-parleur selon la revendication 1 caractérisé en ce que la fréquence de résonance basse est ajustable par l'emploi d'une suspension S rapportée à compliance élevée c'est-à-dire matériau à grande souplesse (mousse) ou joints mous en caoutchouc, ou collage restant « mou » dans le temps.
- 3 Haut-parleur selon la revendication 1 ou 2 caractérisé en ce que le constituant du dôme est le beryllium pur.
- 4 Haut-parleur selon la revendication 1 ou 2 caractérisé en ce que le constituant du dôme est choisi parmi des alliages de Be, notamment Be / Al, notamment des alliages 20 – 80 % Be en poids / 80 – 20 % Al en poids, de préférence 40 – 60 % Be / 60 – 40 % Al, avec de toutes façons au moins 5 % en poids de Be.
- 5 Haut-parleur selon la revendication 1 ou 2 caractérisé en ce que le constituant du dôme est choisi parmi l'aluminium ou des alliages d'aluminium, notamment les alliages Al / Be selon la revendication 3.
- 6 Haut-parleur selon la revendication 1 ou 2 caractérisé en ce que le constituant du dôme est choisi parmi le magnésium et ses alliages avec

13

l'aluminium, notamment l'alliage Al 5056 qui est un alliage d'aluminium contenant environ 5% de magnésium.

7 Haut-parleur selon la revendication 3 caractérisé en ce que la membrane en Be pur présente une épaisseur comprise entre 25 et 100 microns, notamment égale à 25 microns, et de préférence inférieure à 30 microns pour un dôme typique de tweeter de 25 mm de diamètre et de profondeur entre 3 et 6 mm et une bobine de 15 à 20 mm de diamètre.

10 8 Haut-parleur selon la revendication 3 caractérisé en ce que pour un médium de 100 mm de diamètre la membrane en Be pur peut atteindre jusqu'à 500 microns d'épaisseur pour le dôme.

9 Haut-Parleur selon l'une quelconque des revendications 1 à 8 caractérisé en ce que la forme du dôme peut être hémisphérique ou à profil complexe, ovoïde, bulbeuse ou à pans coupés.

10 Haut-parleur selon l'une quelconque des revendications 1 et 3 à 9 caractérisé en ce qu'il comprend un dôme « monobloc ».

20 11 Haut-parleur selon l'une quelconque des revendications 1 à 3 et 7 à 10 caractérisé en ce que avec une membrane en Be pur la réponse en fréquence haute est étendue à plus de 40 KHz.

25 12 Haut-parleur selon l'une quelconque des revendications 1 à 3 et 7 à 11 caractérisé en ce que il comporte une source émissive ponctuelle à rayonnement direct et faible directivité, ayant une bande passante de plus de 5 octaves de 1kHz à 40 kHz avec un rendement élevé de plus de 92 dB/1W/1m.

30 13 Procédé pour fabriquer par formage la membrane de feuilles minces des métaux ou d'alliages décrits selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, pour la fabrication de dômes de tweeter ou de médium, caractérisé en ce que la feuille repose sur les supports latéraux d'une empreinte, on

14

déforme ladite feuille par une pression d'un gaz appliquée à température ambiante ou proche de la température ambiante sur l'une de ses faces, on applique par ledit effet de pression la seconde face de ladite feuille déformée sur une forme reproduisant la géométrie 3D (« empreinte ») de la pièce à produire, et on porte ladite forme à température élevée durant le temps nécessaire au formage sans dégradation physico-chimique de ladite feuille.

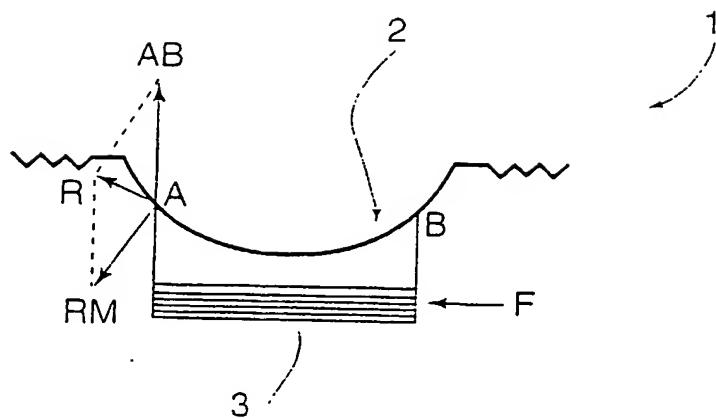
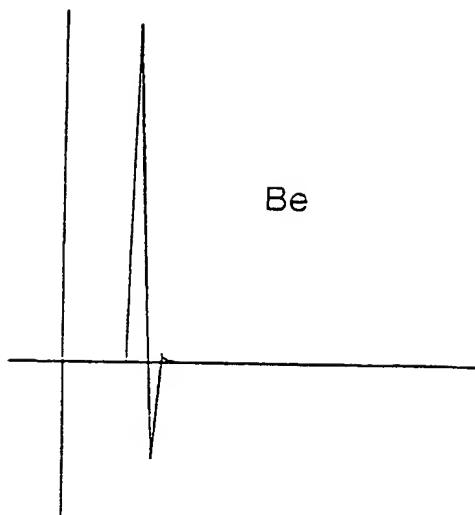
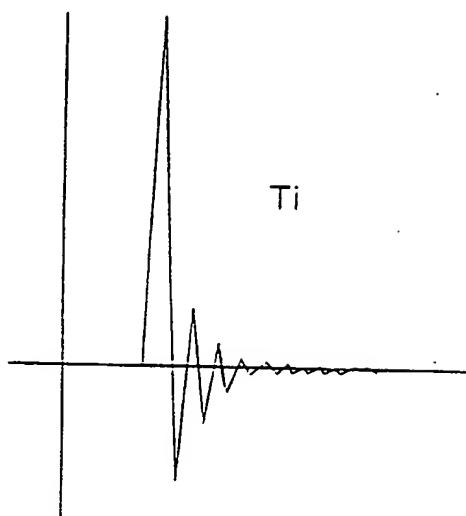
- 14 Outil de formage de feuilles minces de métal, pour en fabriquer des pièces de géométrie 3D donnée, pour la mise en œuvre du procédé selon la revendication 13, caractérisé en ce qu'il comporte une matrice supérieure comportant au moins une buse d'injection de gaz sous pression, et une forme inférieure (par convention, nous considérerons que l'outil est horizontal), dont la face supérieure reproduit l'empreinte 3D de la pièce à former, et qui comporte un moyen de chauffage de sa masse .
- 15 15 Procédé selon la revendication 13, caractérisé en ce que l'épaisseur des feuilles de beryllium (ou Al ou alliages d'aluminium, et éventuellement alliages de beryllium, notamment alliages Be/Al ) de départ se situe entre 10 et 500 microns, notamment se situe entre 20 et 100 microns et mieux encore est de l'ordre de 25 à 50 microns.
- 20 16 Procédé selon la revendication 13 ou 15 caractérisé en ce que gaz injecté par la ou les buses est choisi parmi l'air, ou l'azote.
- 25 17 Procédé selon l'une quelconque des revendications 13, 15 ou 16, caractérisé en ce que la pression dudit gaz sera comprise entre 10 et 30 bars, de préférence comprise entre 15 et 25 bars, pour un diamètre de dôme inférieur à 50 mm, notamment : sera de 20 bars environ pour une feuille de beryllium de 25 microns d'épaisseur, sera de 15 bars pour une feuille d'aluminium de 25 microns d'épaisseur.
- 30 18 Procédé selon l'une quelconque des revendications 13, 15,16, 17 caractérisé en ce que on porte la forme à une température de l'ordre de 100 à 400 °C pour des feuilles d'aluminium ou de magnésium, ou leurs alliages, et

15

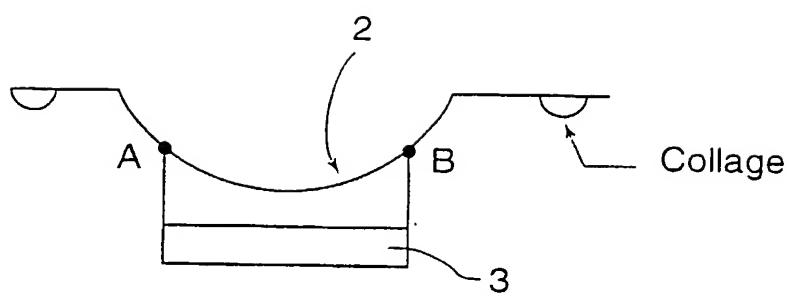
de l'ordre de 700 à 1000 °C pour une feuille en beryllium, ou ses alliages, dans sa masse, par exemple au moyen d'un élément chauffant disposé sous ou autour de ladite forme, ladite température étant de l'ordre de 900°C pour une feuille de beryllium pur d'épaisseur 25 microns.

- 5    19    Dôme pour haut-parleur d'enceinte acoustique, notamment pour tweeter ou médium, caractérisé en ce que il est tel que décrit dans selon l'une quelconque des revendications 1 à 12 ou fabriqué par le procédé selon l'une quelconque des revendications 13 à 18.
- 10    20    Enceinte acoustique, caractérisée en ce qu'elle comporte au moins un haut-parleur selon l'une quelconque des revendications 1 à 12 ou un dôme selon la revendication 19.

1/3

**FIG. 1A****FIG. 2A****FIG. 2B****FIG. 2**

2/3



**FIG. 1B “monobloc”**

3/3

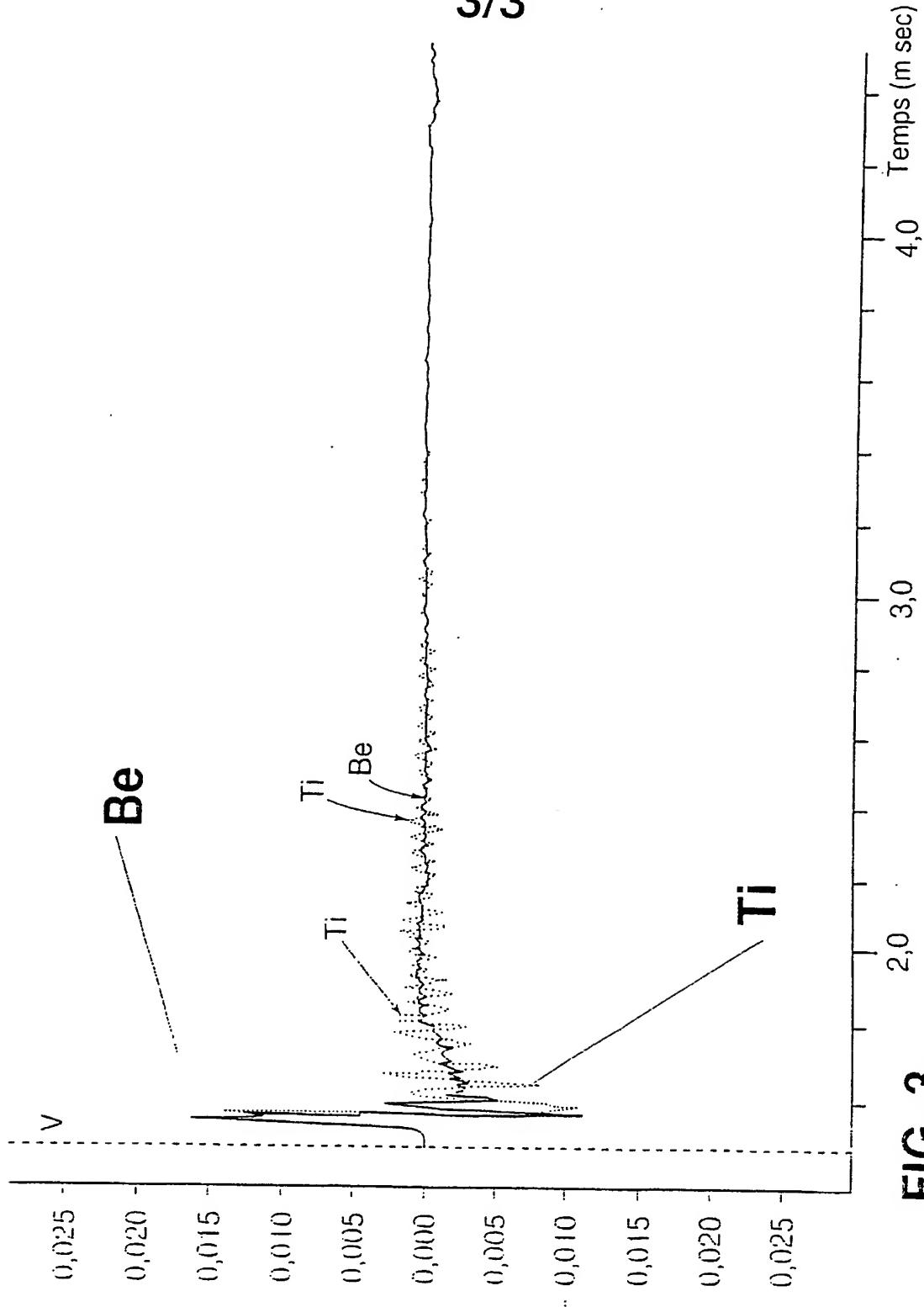


FIG. 3